

## MANUFACTURE OF THIN FILM PLANE STRUCTURE

Patent number: JP2000317896

Publication date: 2000-11-21

Inventor: SHIMOKAWABE AKIRA; HATA SEIICHI

Applicant: TOKYO INST TECH

Classification:

- international: B81B3/00; B81C1/00; C23F1/00; H01L21/306;  
B81B3/00; B81C1/00; C23F1/00; H01L21/02; (IPC1-7):  
B81B3/00; B81C1/00; C23F1/00; H01L21/306

- european: B81B3/00C2; B81B3/00M2; B81B3/00M2D

Application number: JP19990126593 19990507

Priority number(s): JP19990126593 19990507

Also published as:

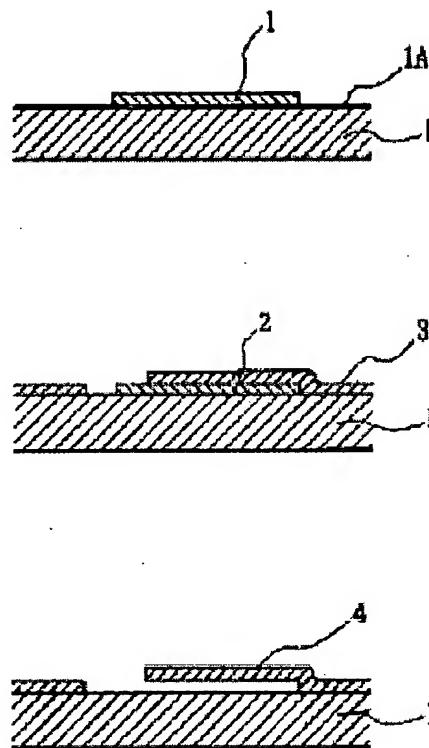
US6406637 (B1)

[Report a data error here](#)

### Abstract of JP2000317896

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To relieve the stress generated in a thin film work body in the course of heat treatment by heat treating a thin film work body formed of amorphous material and formed in a designated shape to a supercooled liquid region and after cooling to room temperature, removing at least a part of a substrate to form a thin film plane structure.

**SOLUTION:** A amorphous material, the material having the glass transition temperature ranging from 200 to 600 deg.C in a supercooled liquid region is adopted to make a thin film on a designated substrate, which is worked into a designated shape to form a thin film work body. The formed thin film work body is heat-treated to a supercooled liquid region. In this case, the heating and retaining time depends on the kind of constituting material, the thickness of the thin film and the forming condition, normally ranging from 0.5 to 5 min. Thus, the stress in the thin film work body can be sufficiently relieved. Subsequently, the thin film work body is cooled from the supercooled liquid region to the room temperature, and at least a part of the substrate is removed. The thickness of the thin film work body is not limited particularly, but can be formed into any thickness within a region having a supercooled liquid region according to uses.



(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-317896

(P2000-317896A)

(43)公開日 平成12年11月21日 (2000.11.21)

(51)Int.Cl'	識別記号	F I	テ-コ-1(参考)
B 81 B 3/00		B 81 B 3/00	4 K 0 5 7
B 81 C 1/00		B 81 C 1/00	5 F 0 4 3
C 23 P 1/00	1 0 3	C 23 F 1/00	1 0 3
H 01 L 21/306		H 01 L 21/306	G

審査請求 有 請求項の数 7 OL (全 12 回)

(21)出願番号 特願平11-126593	(71)出願人 391012316 東京工業大学員 東京都目黒区大岡山2丁目12番1号
(22)出願日 平成11年5月7日 (1999.5.7)	(72)発明者 下河辺 明 東京都町田市つくし野2-24-7
	(72)発明者 奈 誠一 東京都町田市成瀬台2-32-3 ポプラが 丘コーポ20-903
	(74)代理人 100059258 弁理士 杉村 晴秀 (外2名) Fターム(参考) 4K057 FA20 BB06 HC01 BC06 FC22 FN10 5P043 AA07 BB03 CC02 FF10 GG10

(54)【発明の名称】薄膜平面構造体の製造方法

## (57)【要約】

【課題】薄膜加工体の内部応力を制御して、高い再現性の下に薄膜平面構造体を製造する方法を提供する。

【解決手段】過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を所定の基板上に形成する。次いで、この薄膜にウエットエッティングなどを施して、例えば片持ち梁形状の薄膜加工体を形成する。次いで、この薄膜加工体を前記過冷却液体域まで加热処理して、好みしくは0.5~5分保持する。その後、前記薄膜加工体を室温まで冷却する。次いで、前記基板の少なくとも一部をウエットエッティングなどによって除去し、片持ち梁形状の前記薄膜加工体からなる薄膜平面構造体を形成する。



(2)

特湖2000-317896

2

### 〔特許請求の範囲〕

【請求項1】過冷却液体域を有する非晶質材料からなることを特徴とする、薄駆平面構造体。

【請求項2】 前記過冷却液体域がガラス転移温度が200~600°Cの温度範囲内にあり、前記過冷却液体域の温度幅が20°C以上であることを特徴とする。請求項1に記載の障壁平面構造体。

【論求項3】過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を所定の基板上に形成し、

前記薄膜を所定の形状に加工して薄膜加工体を形成し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域まで加热処理し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域から室温まで冷却し、

前記基板の少なくとも一部を除去して前記薄膜加工体からなる薄膜平面構造体を形成することを特徴とする、薄膜平面構造体の製造方法。

【説明項4】 パターニングされた毎枚巻を所定の基板上に形成し、

過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を前記捲り唇を覆うようにして前記基板上に形成し、前記薄膜を所定の形状に加工して薄膜加工体を形成し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域で加熱処理し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域から空気まで冷却し

前記従柱を除去することによって前記薄膜加工体からなる薄膜平面構造体を形成することを特徴とする、薄膜平面構造体の製造方法。

【詮求項5】 前記過冷却液体域のガラス転移温度が200~600°Cの温度範囲内にあり、前記過冷却液体域の温度幅が20°C以上であることを特徴とする。詮求項3又は4に記載の薄壁平面構造体の製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

{0001}

【発明の属する技術分野】本発明は、薄膜平面構造体及びその製造方法に関するもので、さらに詳しくはマイクロアクチュエータなどのマイクロマシン、探針、駆針、マイクロセンサなどの各種センサ、及び走査型プローブ顕微鏡用プローブなどの各種プローブの構造部品などとして好適に使用することのできる、薄膜平面構造体及びその製造方法に関するものである。

{0002}

【従来の技術】マイクロマシン、各種センサ、呂律プローブなどには、その構成要素として昔ながら分離された高い形状精度を有する片持ち梁が求められている。このため、半導体製造に用いられる薄膜成膜技術及び微細加工技術を応用したマイクロマシニングにより、様々な薄膜からなる梁などの平面構造体が用いられるようになってきている。

[0003] このような薄駆平面構造体は、一般に図1～4のような工程を経て製造される。図1は、従来の専

ける断面図である。そして、図3及び4は、図1及び2に示す工程の後の工程を経時に示したものである。最初に、図1及び2に示すように、基板1の正面1A上にレジストを均一に塗布した後、露光装置によって露光・現像を行い、バターニングした犠牲層2を形成する。次いで、図3に示すように、基板1の正面1A上に犠牲層2を覆うようにして金属又はシリコン材料からなる薄膜を均一に形成する。そして、この薄膜をエッチングすることによって所定形状にバターニングされた薄膜加工体3を形成する。次いで、図4に示すように、犠牲層2をエッチング除去することにより、薄膜加工体3からなる複数平面構造体4を得る。

(0004)

【光明が解決しようとする課題】しかしながら、薄頭加工体3を形成する際の諸条件によっては、図4に示すような薄頭平面構造体を得ることはできずに、図5に示すように薄頭加工体3が屈折して立体的な形状になった

20 り、図6に示すように溶接加工体3の屈折が大きくなり過ぎて破壊に至ったりする場合があった。これは、溶接加工体3の内部応力の分布が、板厚方向に対して不均一であるためである。したがって、エッティングする以前の均一な溝頭を形成するに当たっての蒸着やスパッタリングなどにおけるガス圧力や基板温度、蒸着温度やスパッタリング出力などを適宜に調節したり、エッティング条件を種々調節することによって溶接加工体3内の内部応力が板厚方向において均一となるようにする試みがなされた。

39 [0005] しかしながら、スパッタリングなどの成膜条件は薄膜加工体3の品質に重大な影響を及ぼす。例えば、スパッタリング時のガス圧力を高くすると、薄膜3の内部応力を低減することができる一方で、薄膜加工体3自体の緻密性が劣化する。その結果、得られる薄膜平面構造体の機械的強度が劣化したり、後のエッチング工程において腐食が進行しすぎ、所望の形状に加工したりできない場合があった。また、薄膜加工体3の内部応力は、このような成膜条件に対して非常に敏感である。したがって、薄膜3の上をめらかに仕上げるために制御すること

40) が要求されるため、再現性よく荷重平面構造体を得るには困難を極めていた。さらに、エッティング条件を種々変化させた場合においても、薄頭のエッティングと内部応力の緩和とを同時に達成する条件を見出すことは極めて困難な状態にあった。

## の義理方法を 「公公令」

【課題を解決するための手段】本発明は、過冷却液体域  
50 を有する非晶質材料からなることを特徴とする。耐候性

(3)

特開2000-317896

3

4

面構造体である。

【0008】また、本発明は、過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を所定の基板上に形成し、前記薄膜を所定の形状に加工して薄膜加工体を形成し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域まで加熱処理し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域から室温まで冷却し、前記基板の少なくとも一部を除去して前記薄膜加工体からなる薄膜平面構造体を形成することを特徴とする、薄膜平面構造体の製造方法である。

【0009】さらに、本発明は、バターニングされた絶縁層を所定の基板上に形成し、過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を前記絶縁層を反覆ようにして前記基板上に形成し、前記薄膜を所定の形状に加工して薄膜加工体を形成し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域で加熱処理し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域から室温まで冷却し、前記絶縁層を除去することによって前記薄膜加工体からなる薄膜平面構造体を形成することを特徴とする、薄膜平面構造体の製造方法である。

【0010】本発明者らは、上記問題点を解決すべく、薄膜平面構造体を構成する新たな材料及び製造方法を開発すべく研究を重ねた。その結果、薄膜平面構造体を過冷却液体域を有する非晶質材料から構成するとともに、前記非晶質材料からなる薄膜を前記過冷却液体域にまで加熱することによって上記問題を解決できることを見出した。

【0011】すなわち、過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を前記過冷却液体域まで加熱すると、前記薄膜はガラス転位現象を生じる。すると、それまで固体状で高い剛性を有していた薄膜は半固体状（過冷却液体）となり、粘度が $10^0 \sim 10^{11}$ Pa·Sの粘性流動を示すようになる。その結果、スパッタリングなどによって形成された際に薄膜内部に生じた応力が緩和される。したがって、この後に前記薄膜を室温まで冷却し、絶縁層や基板の一部を除去した場合においても、薄膜が屈折したり破壊したりすることがなくなる。この結果、薄膜平面構造体を再現性よく得ることができる。本発明は、過冷却液体域を有する非晶質材料の上記のような特性を見出すとともにこの特性に着目し、この特性を利用することによってなされたものである。

【0012】なお、本発明における「過冷却液体域」とは、ガラス転移温度( $T_g$ )から結晶化開始温度( $T_x$ )までの温度領域( $\Delta T_x$ )をいう。また、「薄膜平面構造体」とは、前記のような非晶質材料からなる薄膜をエッチングなどによって平面的に加工して形成した薄膜加工体からなる構造体をいい、立体的に加工して形成した薄膜加工体からなる構造体とは異なるものである。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明を発明の実施の形態に則して詳細に説明する。本発明の薄膜平面構造体は、過冷却液体域を有する非晶質材料からなることが必要で

ある。本発明の目的を達成できるものであれば、このような非晶質材料の種類は限定されない。酸化物ガラス（ $SiO_2$ 、バイレックスガラス等）、カルコグナイド半導体（ $As-S$ 、 $S_2-As-Te$ 等）、及び一部の非晶質合金（ $Zr-Cu-Al$ や $Pd-Cu-Si$ など）の金属ガラスを例示することができる。

【0014】しかしながら、過冷却液体域のガラス転移温度が $200 \sim 600^\circ C$ の温度範囲内にある非晶質材料を使用する方が好ましく、さらには $250 \sim 400^\circ C$ の温度範囲内にある非晶質材料を使用することが好ましい。非晶質材料がこのような比較的低いガラス転移温度を有することによって、薄膜の加熱工程が簡素化され非晶質材料を構成する基板や、基板を保持する治具などの材料選択の幅が広がる。ガラス転移温度周辺の非晶質材料は、一般に $10^{11} \sim 10^{12}$ Pa·Sとの粘度を示すで、スパッタリングなどによって形成した薄膜内部の応力を効率よく除去することができる。さらに、過冷却液体域の温度幅は $20^\circ C$ 以上であることが望ましい。このように比較的広い過冷却液体域を有することによって、薄膜の加熱工程が簡易化される。そして、このように比較的広い過冷却液体域を有することによって、加熱時の温度変動による影響を低減することができる。このような非晶質材料として、 $Zr_{0.5}Cu_{0.5}Al$ 、 $Pd_{0.5}Cu_{0.5}Si_{0.5}$ 、及び酸化ボロンを例示することができる。

【0015】本発明の薄膜平面構造体は、前記のような非晶質材料からなる薄膜を所定の基板上に形成して製造する。使用する基板の種類は薄膜平面構造体の用途によって異なるが、一般的には単結晶シリコンや、酸化膜又は窒化膜のついた単結晶シリコン、バイレックスガラス、及びスアンレス板などを用いることができる。また、前記薄膜の前記基板上への形成方法は、スパッタリング、蒸着法などの物理蒸着法や、CVD法などの化学蒸着法など公知の方法を用いて行うことができる。

【0016】さらに、本発明の薄膜平面構造は、上記のようにして基板上に形成した薄膜を所定形状に加工して薄膜加工体を形成し、製造する。前記薄膜の加工は、フッ酸や水酸化カリウム溶液を用いたウエットエッチングやRIE（反応性イオンエッチング）などのドライエッチングに代表される、公知の微細加工技術などによって行うことができる。

【0017】また、本発明の薄膜平面構造体は、上記のようにして形成した薄膜加工体を過冷却液体域まで加熱処理して製造する。薄膜加工体を加熱する手段としては、赤外線加熱、誘導加熱、抵抗加熱などの公知の加熱手段を用いることができる。過冷却液体域において前記薄膜加工体を加熱保持する時間は、前記薄膜加工体を構成する材料の種類や薄膜の厚さ、薄膜の形成条件などに依存する。しかしながら、一般にはかかる温度領域において $1.5 \sim 5$ 分保持する。これによって、薄膜加工体内の応力を十分に除去することができ、本発明の目的を

(4)

特開2000-317896

5

達成することができる。

【0018】次いで、本発明の薄膜平面構造体は、前記加熱処理の後、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域から室温にまで冷却して製造する。冷却手段としては、熱放射などによる自然冷却、冷却用ガス導入による冷却、冷却盤との接触による冷却などの手段を用いることができる。

【0019】そして、本発明の薄膜平面構造体は、前記薄膜加工体を室温にまで冷却した後、前記基板の少なくとも一部を除去して製造する。基板の少なくとも一部を除去する方法としては、前述したようなウエットエッチングあるいはドライエッチングなどに代表される公知の微細加工技術によって行うことができる。

【0020】また、本発明の薄膜平面構造体を製造するに当たっては、過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を形成する以前に、所定の形状にバーニングされた模様層を形成することもできる。この場合においては、模様層を覆うようにして前記薄膜を前記基板上に形成する。そして、前記基板の少なくとも一部を除去する代わりに、前記模様層を除去することによって薄膜平面構造体を製造する。

【0021】バーニングされた模様層は、「従来の技術」で述べたように、スピンドルコートなどによってレジストを基板の主面上に均一に塗布した後、CVDからなるマスクを通して露光・現像することによって形成することができる。さらには、ポリシリコンなどをCVDなどの手段によって基板の主面上に均一に形成した後、レジストからなる保護膜を前記ポリシリコン膜上に形成し、ウエットエッチングすることによって形成することもできる。

【0022】本発明の薄膜平面構造体を構成する前記薄膜加工体の厚さは特に限定されず、用途に応じてあらゆる厚さに形成することができる。しかしながら、基板センサや各種プローブなどに使用する場合は、一般に1～20μmの厚さに形成する。

【0023】

【実施例】以下、本発明を実施例に基づいて詳細に説明する。

#### 実施例1

本実施例においては、基板上に模様層を形成せずに、基板の一部を直接除去することによって薄膜平面構造体を製造した。図7～11は、本実施例による薄膜平面構造体の製造工程を示す工程図である。図7は、本発明の薄膜平面構造体の製造方法における最初の工程を示す平面図であり、図8は、図7に示す平面図のII-II線における断面図を示したものである。そして、図9～11は、それぞれ図7及び8に続く工程を経時的に示した断面図である。基板10には厚さ200μm、結晶方位100面の単結晶シリコンウェハを用いた。

【0024】最初に、図7及び8に示すように、基板1

6

0の正面10A上にポリイミド膜をスピンドルコート法により厚さ5μmに形成した。次いで、ポリイミド膜をRIE（反応性イオンエッチング）によってバーニングし、バーニング層11を形成した。次いで、基板10の裏面10B上に熱凍結法によって酸化シリコン層19を厚さ1μmに形成した。次いで、図9に示すように、スパッタリング法によってZr<sub>x</sub>Cu<sub>y</sub>Al<sub>z</sub>なる組成の金属ガラスからなる薄膜12を、バーニング層11を覆うようにして基板10の正面10A上に厚さ2μmに形成した。なお、Zr<sub>x</sub>Cu<sub>y</sub>Al<sub>z</sub>金属ガラスのガラス転位温度（Tg）及び結晶化開始温度（Tx）は、それぞれ360°C、421°Cであった。

【0025】次いで、図10に示すように、水酸化カリウムに基板10を浸漬させることによってバーニング層11を除去するとともに、薄膜12をバーニングすることによって片持ち梁形状の薄膜加工体13を形成した。次いで、薄膜加工体13上に熱電対14とT型管（厚さ50μm）のカバー15を設置した。そして、このようないアセンブリを真空容器16に入れ、図示しない

20 真空ポンプにより10<sup>-1</sup>Pa以下まで排気した。

【0026】真空容器16には石英ガラス窓17が具備され、この石英ガラス窓17の上方には赤外線ヒーター18が設置されている。また、この赤外線ヒーター18と熱電対14とは温度調節器19に接続されており、熱電対14によって薄膜加工体13の温度を直接モニタリングしながら、赤外線ヒーター18によって設定した温度まで加熱することができるようになっている。カバー15は、高温活性なTiからなっている。このため、加熱中に残留酸素などを吸着し、同じく高温活性な薄膜加工体13の酸化を防ぐとともに、赤外線ヒーター18の加熱むらを平均化し、薄膜加工体13を均一に加熱することができる。

【0027】その後、加熱速度10°C/分で薄膜加工体13を387°Cまで加熱し、30秒間保持した。そして、放射冷却を制御することにより、冷却速度10°C/分で室温まで冷却し、薄膜加工体13を有するアセンブリを真空容器16より取り出した。

【0028】次いで、図11に示すように、上記アセンブリを80°Cに加熱した水酸化カリウム水溶液に2時間40分浸漬させることによって、基板10の一部をエッチング除去し、エッチピット20を形成した。その結果、薄膜加工体13からなる薄膜平面構造体21を得た。

【0029】図12は、上記のようにして製造した薄膜平面構造体の状態を示す走査型電子顕微鏡写真である。一方、図13は、上記において過冷却液体域における加熱処理を行わないで製造した薄膜平面構造体の状態を示す走査型電子顕微鏡写真である。図12及び13より、本発明の方法にしたがって薄膜平面構造体を製造した場合は、薄膜平面構造体を構成する薄膜加工体が平面的な形状を維持していることが分かる。

(5)

特開2000-317896

7

8

## 【0030】実施例2

本実施例においては、基板上に犠牲層を形成し、この犠牲層を除去することによって薄膜平面構造体を製造した。図14～18は、本実施例による薄膜平面構造体の製造工程を示す工程図である。図14は、本発明の薄膜平面構造体の製造方法における最初の工程を示す平面図であり、図15は、図14に示す平面図のII-II線における断面図を示したものである。そして、図16～18は、それぞれ図14及び15に続く工程を経時的に示した断面図である。基板30には、基板の裏面30Bに厚さ1μmの酸化シリコン膜33が形成され、全体の厚さが200μmであり、結晶方位が100面である单晶シリコンウェハを用いた。

【0031】最初に、図14及び15に示すように、基板30の裏面30A上にニッケルからなる保護層31を厚さ0.1μmに形成した。次いで、ポリシリコンからなる薙臥を、スパッタリング法によって保護層31上に厚さ1μmに形成した。次いで、前記ポリシリコン薙臥上にレジストをスピンドルコートによって塗布して保護膜を形成した。次いで、基板30を水酸化カリウム水溶液(濃度4.0重量%)に浸漬させ、ポリシリコン薙臥をエッチングすることによって犠牲層32を形成した。次いで、図16に示すように、酸化ボロン(B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)からなる薙臥を、CVD法によって、基板30の裏面30A上に犠牲層32を積み重ねるようにして厚さ2μmに形成した。次いで、前記薙臥上に所定形状のレジストをスピンドルコートによって塗布し、基板30をフッ酸溶液中に浸漬させることによってエッチングし、薙臥加工体34を形成した。

【0032】次いで、図17に示すように抵抗加熱装置35上に上記アセンブリを設置し、加熱速度10°C/分で560°Cまで加熱した。なお、酸化ボロンのガラス転移温度(T<sub>g</sub>)は553°Cであった。そして、560°Cで5分間加熱保持した後、放射冷却を施すことによって冷却速度10°C/分で室温まで冷却した。次いで、図18に示すように、上記アセンブリを80°Cに加熱した水酸化カリウム水溶液(濃度4.0重量%)に15分間浸漬させることによって、犠牲層32をエッチング除去し、薄膜平面構造体36を得た。

【0033】以上、具体例を示しながら発明の実施の形態に則して本発明を詳細に説明してきたが、本発明は上記内容に限定されるものではなく、本発明の範囲を逸脱しない限りにおいて、あらゆる変形や変更が可能である。

## 【0034】

【発明の効果】本発明によれば、薄膜平面構造体を過冷却液体域を有する非晶質材料から構成している。そして、薄膜平面構造体を製造する際において、薄膜平面構造体を構成する薙臥をエッチングなどによって加工して得た薄膜加工体を、前記過冷却液体域にまで加熱して処理する。したがって、薄膜加工体内に発生した応力が前記加熱処理中に緩和されるため、薄膜平面構造体を製造した後に、前記応力によって薄膜加工体が屈折するようになることがなくなる。この結果、高い再現性の元に製造することが可能な薄膜平面構造体を提供することができる。

【図面の簡単な説明】  
 【図1】 従来の薄膜平面構造体の製造方法の一例における最初の工程を示す平面図である。

【図2】 図1に示す平面図のI-I線における断面図である。

【図3】 図1及び2に示す工程の後の工程を示す断面図である。

【図4】 図3に示す工程の後の工程を示す断面図である。

【図5】 従来の薄膜平面構造体の製造方法によって製造した薄膜加工体の状態の一例を示す断面図である。

【図6】 従来の薄膜平面構造体の製造方法によって製造した薄膜加工体の状態の他の例を示す断面図である。

【図7】 本発明の薄膜平面構造体の製造方法の一例における最初の工程を示す平面図である。

【図8】 図7に示す平面図のII-II線における断面図である。

【図9】 図7及び8に示す工程の後の工程を示す断面図である。

【図10】 図9に示す工程の後の工程を示す断面図である。

【図11】 図10に示す工程の後の工程を示す断面図である。

【図12】 本発明の製造方法によって製造した薄膜平面構造体の一例を示す走査型電子顕微鏡写真である。

【図13】 従来の製造方法によって製造した薄膜平面構造体の一例を示す走査型電子顕微鏡写真である。

【図14】 本発明の薄膜平面構造体の製造方法の他の例における最初の工程を示す平面図である。

【図15】 図14に示す平面図のIII-III線における断面図である。

【図16】 図14及び15に示す工程の後の工程を示す断面図である。

【図17】 図16に示す工程の後の工程を示す断面図である。

【図18】 図17に示す工程の後の工程を示す断面図である。

## 【符号の説明】

1. 10, 30 基板

2. 32 犠牲層

3. 薄膜加工体

4. 薄膜平面構造体

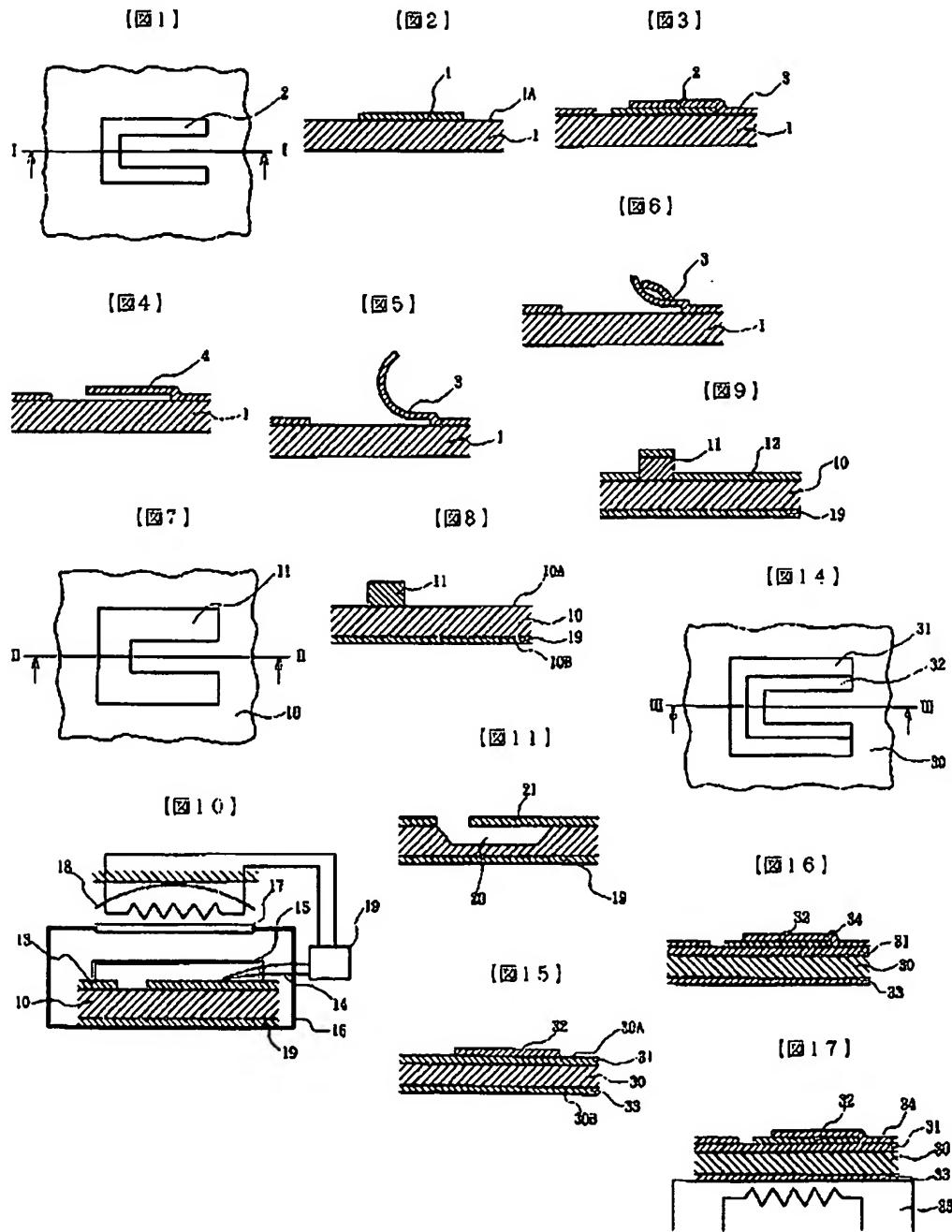
11 パターニング層

12 薄膜

(6)

特開2000-317896

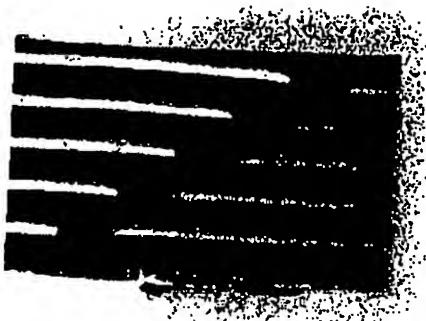
9	13. 34 薄膜加工体	* 19 酸化シリコン層
14	熱電対	20 エッチピット
15	カバー	21. 36 薄膜平面構造体
16	真空容器	31 保護層
17	石英ガラス窓	33 酸化シリコン膜
18	赤外線ヒーダ	* 35 抵抗加熱装置



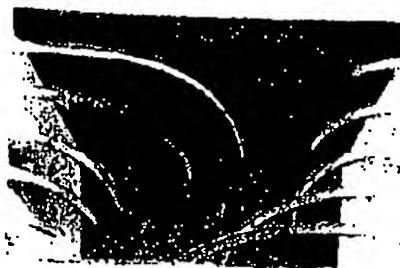
(7)

特開2000-317896

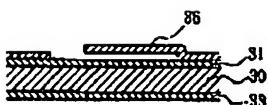
[図12]



[図13]



[図18]



## 【手続修正音】

【提出日】平成12年6月13日(2000.6.1)

3)

## 【手続修正1】

【補正対象音類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【吉類名】 明細書

【発明の名称】 薄膜平面構造体の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を所定の基板上に形成し、前記薄膜を所定の形状に加工して薄膜加工体を形成し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域まで加熱処理し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域から室温まで冷却し。

前記基板の少なくとも一部を除去して、前記薄膜加工体からなる薄膜平面構造体を形成することを特徴とする、薄膜平面構造体の製造方法。

【請求項2】 パターニングされた銘板層を所定の基板上に形成し、過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を前記銘板層を覆うようにして前記基板上に形成し、前記薄膜を所定の形状に加工して薄膜加工体を形成し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域で加熱処理し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域から室温まで冷却

し。

前記銘板層を除去することによって前記薄膜加工体からなる薄膜平面構造体を形成することを特徴とする、薄膜平面構造体の製造方法。

【請求項3】 前記薄膜は、Zr<sub>x</sub>Cu<sub>y</sub>Al<sub>z</sub>、Pd<sub>x</sub>Cu<sub>y</sub>Si<sub>z</sub>、及び強化ポロンの少なくとも一つからなることを特徴とする、請求項1又は2に記載の薄膜平面構造体の製造方法。

【請求項4】 過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を所定の基板上に厚さ1～20μmに形成し、前記薄膜を所定の形状に加工して厚さ1～20μmの薄膜加工体を形成し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域まで加熱処理し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域から室温まで冷却し。

前記基板の少なくとも一部を除去して、前記薄膜加工体からなるセンサ用薄膜平面構造体を形成することを特徴とする、センサ用薄膜平面構造体の製造方法。

【請求項5】 パターニングされた銘板層を所定の基板上に形成し、過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を前記銘板層を覆うようにして前記基板上に厚さ1～20μmに形成し、前記薄膜を所定の形状に加工して厚さ1～20μmの薄膜加工体を形成し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域で加熱処理し。

前記薄膜加工体を前記過冷却液体域から室温まで冷却し。

前記銳性層を除去することによって前記薄膜加工体からなるセンサ用薄膜平面構造体を形成することを特徴とする、センサ用薄膜平面構造体の製造方法。

【請求項6】 過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を所定の基板上に厚さ1～20μmに形成し、前記薄膜を所定の形状に加工して厚さ1～20μmの薄膜加工体を形成し、

前記薄膜加工体を前記過冷却液体域まで加熱処理し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域から室温まで冷却し。

前記基板の少なくとも一部を除去して、前記薄膜加工体からなるプローブ用薄膜平面構造体を形成することを特徴とする、プローブ用薄膜平面構造体の製造方法。

【請求項7】 バターニングされた銳性層を所定の基板上に形成し、

過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を前記銳性層を犠すようにして前記基板上に厚さ1～20μmに形成し、

前記薄膜を所定の形状に加工して厚さ1～20μmの薄膜加工体を形成し、

前記薄膜加工体を前記過冷却液体域で加熱処理し、

前記薄膜加工体を前記過冷却液体域から室温まで冷却し。

前記銳性層を除去することによって前記薄膜加工体からなるプローブ用薄膜平面構造体を形成することを特徴とする、プローブ用薄膜平面構造体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、薄膜平面構造体の製造方法に関するものである。さらに詳しくはマイクロアクチュエータなどのマイクロマシン、探針、熱針、マイクロセンサなどの各種センサ、及び走査型プローブ類微鏡用プローブなどの各種プローブの構造部品などとして好適に使用することのできる、薄膜平面構造体の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 マイクロマシン、各種センサ、各種プローブなどには、その構成要素として基板から分離された高い形状精度を有する片持ち梁が求められている。このため、半導体製造に用いられる薄膜成膜技術及び微細加工技術を応用したマイクロマーニングにより、様々な薄膜からなる梁などの平面構造体が用いられるようになってきている。

【0003】 このような薄膜平面構造体は、一般に図1～4のような工程を経て製造される。図1は、従来の薄膜平面構造体の製造方法における、最初の工程を示す平面図である。図2は、図1に示す平面図のI-I線における断面図である。そして、図3及び4は、図1及び2

に示す工程の後の工程を経時に示したものである。最初に、図1及び2に示すように、基板1の正面1A上にレジストを均一に塗布した後、露光・現像を行い、バターニングした銳性層2を形成する。次いで、図3に示すように、基板1の正面1A上に銳性層2を犠すようにして金属又はシリコン材料からなる薄膜を均一に形成する。そして、この薄膜をエッチングすることによって所定形状にバターニングされた薄膜加工体3を形成する。次いで、図4に示すように、銳性層2をエッチング除去することにより、薄膜加工体3からなる薄膜平面構造体4を得る。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、薄膜加工体3を形成する際の諸条件によっては、図4に示すような薄膜平面構造体を得ることはできず、図5に示すように薄膜加工体3が屈折して立体的な形状になったり、図6に示すように薄膜加工体3の屈折が大きくなり過ぎて破壊に至ったりする場合があった。これは、薄膜加工体3の内部応力の分布が、膜厚方向に対して不均一であるためである。したがって、エッチングする以前の均一な薄膜を形成するに当たっての蒸着やスパッタリングなどにおけるガス圧力や基板温度、蒸着温度やスパッタリング出力などを適宜に調節したり、エッチング条件を種々調節することによって薄膜加工体3内の内部応力が膜厚方向において均一となるようとする試みがなされてきた。

【0005】 しかしながら、スパッタリングなどの成膜条件は薄膜加工体3の膜厚に重大な影響を及ぼす。例えば、スパッタリング時のガス圧力を高くすると、薄膜3の内部応力を低減することができる一方で、薄膜加工体3自体の緻密性が劣化する。その結果、得られる薄膜平面構造体の機械的強度が劣化したり、後のエッチング工程において腐食が進行しすぎ、所望の形状に加工したりできない場合があった。また、薄膜加工体3の内部応力は、このような成膜条件に対して非常に敏感である。したがって、前記のような成膜条件を緻密に制御することが要求されるため、再現性よく薄膜平面構造体を得るには困難を極めていた。さらに、エッチング条件を種々変化させた場合においても、薄膜のエッチングと内部応力の緩和とを同時に達成する条件を見出すことは極めて困難な状態にあった。

【0006】 本発明は、上記内部応力を制御して高い再現性の下に薄膜平面構造体を製造する方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明は、また、本発明は、過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を所定の基板上に形成し、前記薄膜を所定の形状に加工して薄膜加工体を形成し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域まで加熱処理し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域

から室温まで冷却し、前記基板の少なくとも一部を除去して前記薄膜加工体からなる薄膜平面構造体を形成することを特徴とする、薄膜平面構造体の製造方法である。

【0009】さらに、本発明は、パターニングされた犠牲層を所定の基板上に形成し、過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を前記犠牲層を覆うようにして前記基板上に形成し、前記犠牲層を所定の形状に加工して薄膜加工体を形成し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域で加熱処理し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域から室温まで冷却し、前記犠牲層を除去することによって前記薄膜加工体からなる薄膜平面構造体を形成することを特徴とする、薄膜平面構造体の製造方法である。

【0010】本発明者は、上記問題点を解決すべく、新たな薄膜平面構造体の製造方法の探索を行った。その結果、薄膜平面構造体を過冷却液体域を有する非晶質材料から構成するとともに、前記非晶質材料からなる薄膜を前記過冷却液体域にまで加熱することによって上記問題を解決できることを見出した。

【0011】すなわち、過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を前記過冷却液体域まで加熱すると、前記薄膜はガラス転位現象を生じる。すると、それまで固体状で高い剛性を有していた薄膜は半固体状（過冷却液体）となり、粘度が $10^9 \sim 10^{11}$  Pa・Sの粘性流动を示すようになる。その結果、スパッタリングなどによって形成された際に薄膜内部に生じた応力が緩和される。したがって、この後に前記薄膜を室温まで冷却し、犠牲層や基板の一部を除去した場合においても、薄膜が屈折したり破壊したりすることがなくなる。この結果、薄膜平面構造体を再現性よく得ることができる。本発明は、過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜の上記のような特性を見出すとともにこの特性に目を通し、この特性を利用することによってなされたものである。

【0012】なお、本発明における「過冷却液体域」とは、ガラス転移温度 ( $T_g$ ) から結晶化開始温度 ( $T_x$ )までの温度領域 ( $\Delta T_x$ ) をいう。また、「薄膜平面構造体」とは、前記のような非晶質材料からなる薄膜をエッチングなどによって平面的に加工して形成した薄膜加工体からなる構造体をいい、立体的に加工して形成した薄膜加工体からなる構造体とは異なるものである。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明を発明の実施の形態に則して詳細に説明する。本発明の薄膜平面構造体は、過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜から構成されることが必要である。本発明の目的を達成できるものであれば、このような非晶質材料の種類は假定されない。酸化物ガラス ( $SiO_2$ 、バイレックスガラス等)、カルコゲナイト半導体 ( $As-S$ ,  $Si-As-Te$ 等)、及び一部の非晶質合金 ( $Zr-Cu-Al$ や  $Pd-Cu-Si$ など) の金属ガラスを例示することができる。

【0014】しかしながら、過冷却液体域のガラス転移温度が $200\sim600^\circ C$ の温度範囲内にある非晶質材料を使用することが好ましく、さらには $250\sim400^\circ C$ の温度範囲内にある非晶質材料を使用することが好ましい。非晶質材料がこのような比較的低いガラス転移温度を有することによって、薄膜の加熱工程が簡素化され非晶質材料を構成する基板や、基板を保持する治具などの材質選択の幅が広がる。ガラス転移温度周辺の非晶質材料は、一般に $10^{11}\sim10^{13}$  Pa・Sとの粘度を示すで、スパッタリングなどによって形成した薄膜内部の応力を効率よく除去することができる。さらに、過冷却液体域の温度幅は $20^\circ C$ 以上であることが望ましい。このように比較的広い過冷却液体域を有することによって、薄膜の加熱工程が簡易化される。そして、このように比較的広い過冷却液体域を有することによって、加熱時の温度変動による影響を低減することができる。このような非晶質材料として、 $Zr-Cu-Al$ ,  $Pd-Cu$ ,  $Si$ , 及び酸化ボロンを例示することができる。

【0015】本発明の薄膜平面構造体は、前記のような非晶質材料からなる薄膜を所定の基板上に形成して製造する。使用する基板の種類は薄膜平面構造体の用途によって異なるが、一般的には単結晶シリコンや、酸化膜又は窒化膜のついた単結晶シリコン、バイレックスガラス、及びステンレス板などを用いることができる。また、前記薄膜の前記基板上への形成方法は、スパッタリング、蒸着法などの物理蒸着法や、CVD法などの化学蒸着法など公知の方法を用いて行うことができる。

【0016】さらに、本発明の薄膜平面構造は、上記のようにして基板上に形成した薄膜を所定形状に加工して薄膜加工体を形成し、製造する。前記薄膜の加工は、フッ酸や水酸化カリウム溶液を用いたウエットエッチングやRIE（反応性イオンエッチング）などのドライエッチングに代表される、公知の微細加工技術などによって行うことができる。

【0017】また、本発明の薄膜平面構造体は、上記のようにして形成した薄膜加工体を過冷却液体域まで加熱処理して製造する。薄膜加工体を加熱する手段としては、赤外線加熱、誘導加熱、抵抗加熱などの公知の加熱手段を用いることができる。過冷却液体域において前記薄膜加工体を加熱保持する時間は、前記薄膜加工体を構成する材料の種類や薄膜の厚さ、薄膜の形成条件などに依存する。しかしながら、一般にはかかる温度領域において $1\sim5\sim6$ 分保持する。これによって、薄膜加工体内の応力を十分に除去することができ、本発明の目的を達成することができる。

【0018】次いで、本発明の薄膜平面構造体は、前記加熱処理の後、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域から室温にまで冷却して製造する。冷却手段としては、熱放射などによる自然冷却、冷却用ガス導入による冷却、冷却盤との接触による冷却などの手段を用いることができ

(10)

特許2000-317896

る。

【0019】そして、本発明の薄膜平面構造体は、前記薄膜加工体を室温にまで冷却した後、前記基板の少なくとも一部を除去して製造する。基板の少なくとも一部を除去する方法としては、前述したようなウェットエッチングあるいはドライエッティングなどに代表される公知の微細加工技術によって行うことができる。

【0020】また、本発明の薄膜平面構造体を製造するに当たっては、過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を形成する以前に、所定の形状にバターニングされた緩衝層を形成することもできる。この場合においては、緩衝層を覆うようにして前記薄膜を前記基板上に形成する。そして、前記基板の少なくとも一部を除去する代わりに、前記緩衝層を除去することによって薄膜平面構造体を製造する。

【0021】バターニングされた緩衝層は、「従来の技術」で述べたように、スピニコートなどによってレジストを基板の主面上に均一に塗布した後、Crからなるマスクを通して露光・現像することによって形成することができる。さらには、ポリシリコンなどをCVDなどの手段によって基板の主面上に均一に形成した後、レジストからなる保護膜を前記ポリシリコン膜上に形成し、ウェットエッティングすることによって形成することもできる。

【0022】本発明の薄膜平面構造体を構成する前記薄膜加工体の厚さは特に限定されず、用途に応じ、過冷却液体域を有する範囲内においてあらゆる厚さに形成することができる。特に、薄膜平面加工体の厚さが1～20μmの範囲内においては、上記のような過冷却液体域を有するとともに、各組センサや各組プローブなどに使用するに足る強度を有する。したがって、薄膜平面加工体、さらには薄膜平面加工体に加工する以前の薄膜を1～20μmに形成することにより、各種センサや各組プローブに対して好適な薄膜平面構造体を提供することができる。

【0023】

【実施例】以下、本発明を実施例に差し置いて詳細に説明する。

実施例1

本実施例においては、基板上に緩衝層を形成せずに、基板の一部を直接除去することによって薄膜平面構造体を製造した。図7～11は、本実施例による薄膜平面構造体の製造工程を示す工程図である。図7は、本発明の薄膜平面構造体の製造方法における最初の工程を示す平面図であり、図8は、図7に示す平面図のII-II線における断面図を示したものである。そして、図9～11は、それぞれ図7及び8に続く工程を経時的に示した断面図である。基板10には厚さ200μm、結晶方位100面の単結晶シリコンウェハを用いた。

【0024】最初に、図7及び8に示すように、基板1

0の正面10A上にポリイミド膜をスピニコート法により厚さ5μmに形成した。次いで、ポリイミド膜をR1E(反応性イオンエッティング)によってバターニングし、バターニング層11を形成した。次いで、基板10の裏面10B上に熱酸化法によって酸化シリコン層19を厚さ1μmに形成した。次いで、図9に示すように、スパッタリング法によってZr,Cu,AIなる組成の金属ガラスからなる薄膜12を、バターニング層11を覆うようにして基板10の正面10A上に厚さ2μmに形成した。なお、Zr,Cu,AI、金属ガラスのガラス転位温度(Tg)及び結晶化開始温度(Tx)は、それぞれ380°C、421°Cであった。

【0025】次いで、図10に示すように、水酸化カリウムに基板10を浸漬させることによってバターニング層11を除去するとともに、薄膜12をバターニングすることによって片持ち梁形状の薄膜加工体13を形成した。次いで、薄膜加工体13上に熱電対14とTi箔(厚さ50μm)のカバー15を設置した。そして、このようなアセンブリを真空容器16に入れ、図示しない真空ポンプにより10^-1Pa以下まで排気した。

【0026】真空容器16には石英ガラス窓17が具備され、この石英ガラス窓17の上方には赤外線ヒータ18が設置されている。また、この赤外線ヒータ18と熱電対14とは温度調節器19に接続されており、熱電対14によって薄膜加工体13の温度を直接モニタリングしながら、赤外線ヒータ18によって設定した温度まで加熱することができるようになっている。カバー15は、高温活性なTiからなっている。このため、加热中に残り酸素などを吸着し、同じく高温活性な薄膜加工体13の酸化を防ぐとともに、赤外線ヒータ18の加热むらを平均化し、薄膜加工体13を均一に加熱することができる。

【0027】その後、加熱速度10°C/分で薄膜加工体13を387°Cまで加熱し、30秒間保持した。そして、放射冷却を制御することにより、冷却速度10°C/分で室温まで冷却し、薄膜加工体13を有するアセンブリを真空容器16より取り出した。

【0028】次いで、図11に示すように、上記アセンブリを80°Cに加熱した水酸化カリウム水溶液に2時間浸漬させることによって、基板10の一部をエッティング除去し、エッティングピット20を形成した。その結果、薄膜加工体13からなる薄膜平面構造体21を得た。

【0029】図12は、上記のようにして製造した薄膜平面構造体の状態を示す走査型電子顕微鏡写真である。一方、図13は、上記において過冷却液体域における加热処理を行わないで製造した薄膜平面構造体の状態を示す走査型電子顕微鏡写真である。図12及び13より、本発明の方法にしたがって薄膜平面構造体を製造した場合は、薄膜平面構造体を構成する薄膜加工体が平面的な形状を維持していることが分かる。

## 【0030】実施例2

本実施例においては、基板上に犠牲層を形成し、この犠牲層を除去することによって薄膜平面構造体を製造した。図14～18は、本実施例による薄膜平面構造体の製造工程を示す工程図である。図14は、本発明の薄膜平面構造体の製造方法における最初の工程を示す平面図であり、図15は、図14に示す平面図のIII-III線における断面図を示したものである。そして、図16～18は、それぞれ図14及び15に続く工程を経時に示した断面図である。基板30には、基板の裏面30Bに厚さ1μmの酸化シリコン膜33が形成され、全体の厚さが200μmであり、結晶方位が100面である単結晶シリコンウェハを用いた。

【0031】最初に、図14及び15に示すように、基板30の正面30A上にニッケルからなる保護層31を厚さ0.1μmに形成した。次いで、ポリシリコンからなる薄膜を、スパッタリング法によって保護層31上に厚さ1μmに形成した。次いで、前記ポリシリコン薄膜上にレジストをスピンドルコートによって塗布して保護膜を形成した。次いで、基板30を水酸化カリウム水溶液(濃度4.0重量%)に浸漬させ、ポリシリコン薄膜をエッチングすることによって犠牲層32を形成した。次いで、図16に示すように、酸化ボロン(B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)からなる薄膜を、CVD法によって、基板30の正面30A上に犠牲層32を被るようにして厚さ2μmに形成した。次いで、前記薄膜上に所定形状のレジストをスピンドルコートによって塗布し、基板30をフッ酸溶液中に浸漬されることによってエッチングし、薄膜加工体34を形成した。

【0032】次いで、図17に示すように抵抗加熱装置35上に上記アセンブリを設置し、加熱速度10°C/分で560°Cまで加熱した。なお、酸化ボロンのガラス転移温度(T<sub>g</sub>)は553°Cであった。そして、560°Cで5分間加熱保持した後、放射冷却を制御することによって冷却速度10°C/分で室温まで冷却した。次いで、図18に示すように、上記アセンブリを80°Cに加熱した水酸化カリウム水溶液(濃度4.0重量%)に15分間浸漬されることによって、犠牲層32をエッチング除去し、薄膜平面構造体36を得た。

【0033】以上、具体例を示しながら発明の実施の形態に則して本発明を詳細に説明してきたが、本発明は上記内容に限定されるものではなく、本発明の範囲を逸脱しない限りにおいて、あらゆる変形や変更が可能である。

## 【0034】

【発明の効果】本発明によれば、薄膜平面構造体を過冷却液体域を有する非晶質材料から構成している。そして、薄膜平面構造体を製造する際において、薄膜平面構造体を構成する薄膜をエッチングなどによって加工して得た薄膜加工体を、前記過冷却液体域にまで加熱して処理する。したがって、薄膜加工体内に発生した応力が前記加熱処理中に緩和されるため、薄膜平面構造体を製造した後に、前記応力によって薄膜加工体が屈折するようになることがなくなる。この結果、高い再现性の元に製造することが可能な薄膜平面構造体を提供することができるのである。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】 従来の薄膜平面構造体の製造方法の一例における最初の工程を示す平面図である。

【図2】 図1に示す平面図のI-I線における断面図である。

【図3】 図1及び2に示す工程の後の工程を示す断面図である。

【図4】 図3に示す工程の後の工程を示す断面図である。

【図5】 従来の薄膜平面構造体の製造方法によって製造した薄膜加工体の状態の一例を示す断面図である。

【図6】 従来の薄膜平面構造体の製造方法によって製造した薄膜加工体の状態の他の例を示す断面図である。

【図7】 本発明の薄膜平面構造体の製造方法の一例における最初の工程を示す平面図である。

【図8】 図7に示す平面図のII-II線における断面図である。

【図9】 図7及び8に示す工程の後の工程を示す断面図である。

【図10】 図9に示す工程の後の工程を示す断面図である。

【図11】 図10に示す工程の後の工程を示す断面図である。

【図12】 本発明の製造方法によって製造した薄膜平面構造体の一例を示す走査型電子顕微鏡写真である。

【図13】 従来の製造方法によって製造した薄膜平面構造体の一例を示す走査型電子顕微鏡写真である。

【図14】 本発明の薄膜平面構造体の製造方法の他の例における最初の工程を示す平面図である。

【図15】 図14に示す平面図のIII-III線における断面図である。

【図16】 図14及び15に示す工程の後の工程を示す断面図である。

【図17】 図16に示す工程の後の工程を示す断面図である。

【図18】 図17に示す工程の後の工程を示す断面図である。

## 【符号の説明】

1. 10、30 基板

2. 32 犠牲層

3. 薄膜加工体

4. 薄膜平面構造体

11 パターニング層

12 薄膜

(12)

特開2000-317896

13. 34 薄膜加工体	* 19 硅化シリコン層
14. 热電対	20 エッチピット
15. カバー	21. 36 薄膜平面構造体
16. 真空容器	31. 保護層
17. 石英ガラス窓	33. 硅化シリコン膜
18. 赤外線ヒータ	* 35 抵抗加熱装置

## 【手続修正】

【提出日】平成12年8月29日(2000.8.29)

## 【手続修正1】

【補正対象品類名】明細書

【補正対象項目名】請求項1

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【請求項1】 過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を所定の基板上に厚さ1～20μmに形成し、前記薄膜を所定の形状に加工して厚さ1～20μmの薄膜加工体を形成し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域まで加熱処理し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域から室温まで冷却し、前記基板の少なくとも一部を除去して、前記薄膜加工体からなる薄膜平面構造体を形成することを特徴とする、薄膜平面構造体の製造方法。

## 【手続修正2】

【補正対象品類名】明細書

【補正対象項目名】請求項2

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【請求項2】 パターニングされた絶縁層を所定の基板上に形成し、過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を前記絶縁層を覆うようにして前記基板上に厚さ1～20μmに形成し、前記薄膜を所定の形状に加工して厚さ1～20μmの薄膜加工体を形成し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域で加熱処理し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域から室温まで冷却し、前記絶縁層を除去することによって前記薄膜加工体からなる薄膜平面構造体を形成することを特徴とする、薄膜平面構造体の製造方法。

前記絶縁層を除去することによって前記薄膜加工体から

なる薄膜平面構造体を形成することを特徴とする、薄膜平面構造体の製造方法。

## 【手続修正3】

【補正対象品類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、また、本発明は、過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を所定の基板上に厚さ1～20μmに形成し、前記薄膜を所定の形状に加工して厚さ1～20μmの薄膜加工体を形成し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域まで加熱処理し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域から室温まで冷却し、前記基板の少なくとも一部を除去して前記薄膜加工体からなる薄膜平面構造体を形成することを特徴とする、薄膜平面構造体の製造方法である。

## 【手続修正4】

【補正対象品類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0009】さらに、本発明は、パターニングされた絶縁層を所定の基板上に形成し、過冷却液体域を有する非晶質材料からなる薄膜を前記絶縁層を覆うようにして前記基板上に厚さ1～20μmに形成し、前記薄膜を所定の形状に加工して厚さ1～20μmの薄膜加工体を形成し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域で加熱処理し、前記薄膜加工体を前記過冷却液体域から室温まで冷却し、前記絶縁層を除去することによって前記薄膜加工体からなる薄膜平面構造体を形成することを特徴とする、薄膜平面構造体の製造方法である。